

Requested document:	JP8300015 click here to view the pdf document
----------------------------	--

SHAPE MILL PROVIDED WITH ON-LINE ROLL GRINDING DEVICE

Patent Number:

Publication date: 1996-11-19

Inventor(s): MORI SHIGERU; ODAGI TERUTOSHI

Applicant(s): HITACHI LTD

Requested Patent: ☐ [JP8300015](#)

Application Number: JP19950108849 19950502

Priority Number(s): JP19950108849 19950502

IPC Classification: B21B27/02; B21B13/02; B21B28/04; B24B5/37; B24B49/16

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To grind both the cylindrical surface and side surfaces of a rolling roll and, besides, to exactly grind the rolling roll at high grinding ability for long time in a shape mill provided with on-line roll grinding devices. **CONSTITUTION:** A grinding unit 5 is composed of a rotary grinding wheel 20, device 22 for rotationally driving the rotary grinding wheel 20, feed device and moving device 24, the rotary grinding wheel 20 is formed into a cup-like shape so that the cylindrical surface 1a and side surfaces 1b of a horizontal roll 1 are ground with one grinding wheel and abrasive-grain layers 51a, 51b are attached on both planar end face 52a and cylindrical side face 52b. To impart elastic body function to the rotary grinding wheel 20, a slit G is provided on a mounting metal 52 and superabrasive grains are used for the abrasive-grain layer. The reference profile is determined from a point where the rotary grinding wheel 20 is brought into contact with the horizontal roll 1 and initial roll profile data, and grinding is executed by controlling so that the abrasive-grain layer of the rotary grinding wheel 20 is moved on this profile.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-300015

(43)公開日 平成8年(1996)11月19日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 1 B	27/02		B 2 1 B	27/02 F
	13/02			13/02 B
	28/04			28/04 A
B 2 4 B	5/37		B 2 4 B	5/37
	49/16			49/16
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 13 頁)				

(21)出願番号 特願平7-108849

(22)出願日 平成7年(1995)5月2日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 森 茂

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立工場内

(72)発明者 小田木 輝年

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会
社日立製作所日立工場内

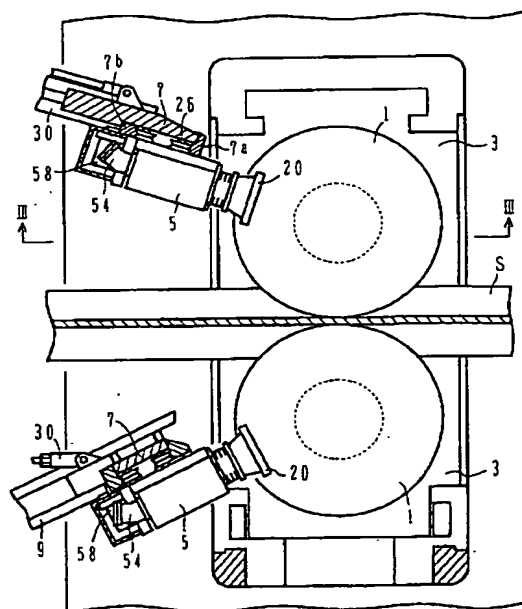
(74)代理人 弁理士 春日 譲

(54)【発明の名称】 オンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機

(57)【要約】

【目的】 オンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機において、圧延ロールの円筒面と側面の両方を研削できるようにし、合わせて圧延ロールを高い研削能力で長時間正確に研削できるようにする。

【構成】 回転砥石20、回転砥石20の回転駆動装置22、送り装置23、移動装置24で研削ユニット5を構成し、水平ロール1の円筒面1aと側面1bを1個の砥石で研削できるようにするため、回転砥石20はカップ型の形状をし、その平面状の端面52aと円筒形の側面52bの両方に砥粒層51a、51bを取り付ける。回転砥石20は弾性体機能を持たせるため、合金52にスリットGを設け、砥粒層は超砥粒を用いる。回転砥石20と水平ロール1が接触した点とイニシャルロールプロフィールデータから基準プロフィールを求め、このプロフィール上を回転砥石20の砥粒層が移動するよう制御し研削する。



1:水平ロール(圧延ロール) 20:回転砥石
3:軸受箱 54:砥石駆動液体モータ
4:スタンド 58:トラバースモータ
5:研削ユニット
7:レールフレーム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 円筒面とこの円筒面に対して角度をなす側面とを有する圧延ロールを研削するオンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機において、

前記オンラインロール研削装置は、軸心に直交する平面状の端面と軸心を取り囲む円筒形の側面を有するカップ型の回転砥石と、前記回転砥石を回転させる砥石駆動装置と、前記回転砥石を圧延ロールの軸方向へ移動させる砥石移動装置と、前記回転砥石を圧延ロールの軸直角方向に移動させる砥石送り装置とを備え、前記カップ型の回転砥石は前記平面状の端面と円筒形の側面の両方に砥粒層を有することを特徴とする型鋼圧延機。

【請求項 2】 請求項 1 記載のオンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機において、前記カップ型の回転砥石は、前記砥粒層をそれぞれ取付けた平面状の端面と円筒形の側面を持つカップ型の台金を有し、この台金の端面部と側面部の両方に弾性体機能を持たせたことを特徴とする型鋼圧延機。

【請求項 3】 請求項 2 記載のオンラインロール研削装置に備えた型鋼圧延機において、前記カップ型の台金の側面部と端面部の両方及びこれら側面部及び端面部に取付けた砥粒層に回転砥石の外周から中心に向かい放射状の複数のスリットを形成し、前記弾性体機能を持たせたことを特徴とする型鋼圧延機。

【請求項 4】 請求項 1 記載のオンラインロール研削装置に備えた型鋼圧延機において、前記回転砥石の砥石回転軸を圧延ロールの軸直角方向に対して微小に傾け、圧延ロールの円筒面を研削するとき前記回転砥石の端面側砥粒層の片側のみを接触させ研削することを特徴とする型鋼圧延機。

【請求項 5】 請求項 1 記載のオンラインロール研削装置に備えた型鋼圧延機において、前記回転砥石の平面状の端面と円筒形の側面が有する砥粒層は立法晶窒化硼素又はダイヤモンド砥粒で構成することを特徴とする型鋼圧延機。

【請求項 6】 請求項 1 記載のオンラインロール研削装置に備えた型鋼圧延機において、前記砥石送り装置はバックラッシュのないボールねじと位置制御可能な電動モータとを含むことを特徴とするオンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機。

【請求項 7】 請求項 1 記載のオンラインロール研削装置に備えた型鋼圧延機において、前記オンラインロール研削装置は、前記回転砥石を支える砥石回転軸の回転砥石と反対側の位置に設置されたロードセルを更に備え、このロードセルにて圧延ロールへの回転砥石の押付け力と、回転砥石の側面が圧延ロールの側面と接した時に発生する研削振動を検出することを特徴とする型鋼圧延機。

【請求項 8】 請求項 1 記載のオンラインロール研削装置に備えた型鋼圧延機において、前記オンラインロール

研削装置は、前記回転砥石と圧延ロールが接触した瞬間を認識し圧延ロールの円筒面及び側面の基準点を求める第 1 手段と、前記第 1 手段で求めた基準点に予め設定したイニシャルロールプロファイルデータを噛み合わせ、研削すべき圧延ロールの基準ロールプロファイルを求める第 2 手段とを更に備えることを特徴とするオンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機。

【請求項 9】 請求項 8 記載のオンラインロール研削装置に備えた型鋼圧延機において、前記第 1 手段は、前記回転砥石を支える砥石回転軸の軸力を検出する負荷検出手段を含み、この負荷検出手段の信号に基づき前記回転砥石と圧延ロールが接触した瞬間を認識することを特徴とするオンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機。

【請求項 10】 請求項 8 記載のオンラインロール研削装置に備えた型鋼圧延機において、前記第 1 手段は、前記砥石駆動装置のモータ負荷を検出する負荷検出手段を含み、この負荷検出手段の信号に基づき前記回転砥石と圧延ロールが接触した瞬間を認識することを特徴とするオンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機。

【請求項 11】 請求項 8 記載のオンラインロール研削装置に備えた型鋼圧延機において、前記オンラインロール研削装置は、前記第 2 手段で求めた圧延ロールの基準ロールプロファイルに従って前記回転砥石が移動するよう前記砥石移動装置及び砥石送り装置を駆動する第 3 手段を更に備え、この第 3 手段により前記回転砥石を位置制御で移動しながら圧延ロールを研削することを特徴とするオンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機。

【請求項 12】 請求項 11 記載のオンラインロール研削装置に備えた型鋼圧延機において、前記オンラインロール研削装置は、前記第 3 手段により位置制御で研削中に、前記砥石駆動装置のモータの負荷が許容負荷を超えたとき、前記回転砥石が圧延ロールから逃げるように前記砥石移動装置と砥石送り装置を制御する第 4 手段を更に備えることを特徴とするオンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機。

【請求項 13】 請求項 1 記載のオンラインロール研削装置に備えた型鋼圧延機において、前記オンラインロール研削装置は、前記カップ型の回転砥石、砥石駆動装置、砥石移動装置及び砥石送り装置を含むロール研削ユニットを有し、このロール研削ユニットを圧延ロール 1 本に対し 1 個設けることを特徴とするオンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はオンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機に係り、特に、圧延ロールの持つ振動の影響を受けず、正確なロールプロフィールに圧延ロールを研削するオンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、H型鋼圧延機の水平圧延ロールは圧延材をH型の形状に圧延するためにH型の溝に入るよう、円筒面とこの円筒面に対して角度をなす側面とを有する大径で幅狭のロール形状になっている。この圧延ロールは板圧延用の水平ロールと異なり、ロールの円筒面部分と側面部分ではロール径の差により周速差が生ずる。このため、一定の速度で移動する圧延材とロール間、特に圧延材とロール側面間には速度差が生じ、この速度差が続くとスリップによりロール側面に焼き付きが生じ、これが突起に成長して圧延材を傷つける。また、H型のコーナーのR部は圧延圧力が集中し摩耗により形状が変化する。このような問題を解決すべく、オンラインで圧延ロールを研削するために各種簡易型の研削装置が提案された。

【0003】その一例として、実開昭58-81006号号公報の「ユニバーサル水平ロールのオンライン研磨装置」には、水平ロールのR部を研磨するためにリンク機構により砥石をロールに押付けながらR部に沿って移動させる装置が提案されている（以下、第1の従来技術という）。

【0004】また、特開昭63-278604号号公報の「カリバーロールのオンライン研磨方法」には、H型鋼の圧延の場合と同様に圧延材との間に速度差により焼き付きが発生するカリバー面を有するロール（カリバーロール）で鋼管等を圧延するとき、カリバー面に発生する焼き付きを効率よく除去するために、砥石をスプリング等で弾性変形可能に支持するか、弾性変形可能な素材、例えば不織布研磨材で作る、この砥石を液圧シリンダー等にて圧延ローに押しつけ研磨することが提案されている（以下、第2の従来技術という）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術には次ぎのような問題がある。

【0006】上記第1の従来技術では、リンク機構により圧延ロールの円筒面とコーナーのR部は研削できるが、圧延ロールの側面までは砥石がとどかず、ロール側面に生ずる突起物は十分に除去することができない。また、回転する圧延ロールに砥石を押しつけ、砥石は回転させず圧延ロールの回転力により研削を行う。しかし、砥石を回転させず回転する圧延ロールに押し付けても研削能力は低く、短時間で研削することができない。また、すぐ目詰まり等を生じさせ、それを除去しようとしてさらに大きな押し付け量を与えると回転する圧延ロールの持つ振動で砥石が破損したりする。

【0007】第2の従来技術では、カリバーロールのカリバー面の研削を対象としているので、第1の従来技術と同様にH型鋼圧延ロールの側面を研削することはできない。また、砥石をスプリングで支持するか弾性変形可能な素材で作ることにより回転する圧延ロールの持つ振動は吸収することができる。しかし、この従来技術でも

第1の従来技術と同じように砥石は回転せず、砥石を圧延ロールに押付け圧延ロールの回転力により研削しようとするので、第1の従来技術と同様研削能力は低い。また、砥石を弾性変形可能な素材で作る砥石自体に弾性体機能を与えた場合は、弾性変形可能な素材が不織布研磨材等なので摩耗が早く、頻繁に交換の必要が生ずる。

【0008】本発明の第1の目的は、圧延ロールの円筒面と側面の両方を研削できるオンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機を提供することにある。

10 【0009】本発明の第2の目的は、圧延ロールを長時間正確に研削できかつ研削能力の高いオンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するために本発明は次の構成を採用する。すなわち、円筒面とこの円筒面に対して角度をなす側面とを有する圧延ロールを研削するオンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機において、前記オンラインロール研削装置は、軸心に直交する平面状の端面と軸心を取り囲む円筒形の側面を有するカップ型の回転砥石と、前記回転砥石を回転させる砥石駆動装置と、前記回転砥石を圧延ロールの軸方向へ移動させる砥石移動装置と、前記回転砥石を圧延ロールの軸直角方向に移動させる砥石送り装置とを備え、前記カップ型の回転砥石は前記平面状の端面と円筒形の側面の両方に砥粒層を有する構成とする。

20 【0011】また、上記第2の目的を達成するため、本発明は上記オンラインロール研削装置を備えた型鋼圧延機において、前記カップ型の回転砥石は、前記砥粒層をそれぞれ取付けた平面状の端面と円筒形の側面を持つカップ型の台金を有し、この台金の端面部と側面部の両方に弾性体機能を持たせた構成とする。この場合、好ましくは、前記カップ型の台金の側面部と端面部の両方及びこれら側面部と端面部に取り付けた砥粒層に回転砥石の外周から中心に向かい放射状の複数のスリットを形成し、前記弾性体機能を持たせる。

30 【0012】また、好ましくは、前記回転砥石の砥石回転軸を圧延ロールの軸直角方向に対して微小に傾け、圧延ロールの円筒面を研削するとき前記回転砥石の端面側砥粒層の片側のみを接触させ研削する。

40 【0013】更に、好ましくは、前記回転砥石の平面状の端面と円筒形の側面が有する砥粒層は立法晶窒化硼素又はダイヤモンド砥粒で構成する。

【0014】また、好ましくは、前記砥石送り装置はバックラッシュのないボールねじと位置制御可能な電動モータを含む。

50 【0015】また、好ましくは、前記オンラインロール研削装置は、前記回転砥石を支える砥石回転軸の回転砥石と反対側の位置に設置されたロードセルを更に備え、このロードセルにて圧延ロールへの回転砥石の押し付け力と、回転砥石の側面が圧延ロールの側面と接した時に発

生する研削振動を検出する。

【0016】更に、好ましくは、前記オンラインロール研削装置は、前記回転砥石と圧延ロールが接触した瞬間を認識し圧延ロールの円筒面及び側面の基準点を求める第1手段と、前記第1手段で求めた基準点に予め設定したイニシャルロールプロファイルデータを噛み合わせ、研削すべき圧延ロールの基準ロールプロファイルを求める第2手段とを更に備える。この場合、前記第1手段は、好ましくは、前記回転砥石を支える砥石回転軸の軸力を検出する負荷検出手段を含み、この負荷検出手段の信号に基づき前記回転砥石と圧延ロールが接触した瞬間を認識する。前記第1手段は、前記砥石駆動装置のモータ負荷を検出する負荷検出手段を含み、この負荷検出手段の信号に基づき前記回転砥石と圧延ロールが接触した瞬間を認識してもよい。

【0017】また、好ましくは、前記オンラインロール研削装置は、前記第2手段で求めた圧延ロールの基準ロールプロファイルに従って前記回転砥石が移動するよう前記砥石移動装置及び砥石送り装置を駆動する第3手段を更に備え、この第3手段により前記回転砥石を位置制御で移動しながら圧延ロールを研削する。この場合、好ましくは、前記オンラインロール研削装置は、前記第3手段により位置制御で研削中に、前記砥石駆動装置のモータの負荷が許容負荷を超えたとき、前記回転砥石が圧延ロールから逃げるように前記砥石移動装置と砥石送り装置を制御する第4手段を更に備える。

【0018】また、好ましくは、前記オンラインロール研削装置は、前記カップ型の回転砥石、砥石駆動装置、砥石移動装置及び砥石送り装置を含むロール研削ユニットを有し、このロール研削ユニットを圧延ロール1本に

対し1個設ける。

【作用】第1の目的に係わる本発明において、カップ型の回転砥石は平面状の端面と円筒形の側面の両方に砥粒層を有することにより、端面部の砥粒層で圧延ロールの円筒面を研削し、側面部の砥粒層で圧延ロールの側面を研削し、圧延ロールの円筒面と側面の両方を研削できる。

【0020】第2の目的に係わる本発明において、カップ型の台金の端面部と側面部の両方に弾性体機能を持たせ、この台金の端面部と側面部に砥粒層を支えることにより、砥粒層と弾性体機能部材が一体化し、圧延ロールからの振動で可動する質量は砥粒層と台金の一部のみとなる。このため、可動部質量が非常に小さくなり、回転砥石の固有振動数が高くなり、回転砥石を砥石駆動装置で積極的に回転させても振動する圧延ロールを共振によるビビリ現象も生じさせずに長時間正しく研削することができる。また、圧延ロールからの振動を吸収しながら回転砥石を砥石駆動装置で積極的に回転させて研削を行うので高い研削能力が得られる。

【0021】カップ型の台金の側面部と端面部の両方及び台金の側面部の砥粒層と端面部の砥粒層の両方に回転砥石の外周から中心に向かい放射状の複数のスリットを形成することにより、台金が断面二次モーメントの大きいカップ型であっても回転砥石の強度や耐久性を犠牲にすることなく回転砥石を撓みやすくしロール振動を吸収する構造を実現できる。

【0022】回転砥石の砥石回転軸を圧延ロールの軸直角方向に対して微小に傾け、圧延ロールの円筒面を研削するとき回転砥石の端面側砥粒層の片側のみを接触させることにより、回転砥石がより撓みやすくなり、台金の弾性体機能がより有効に発揮され、圧延ロールからの振動を容易に吸収することができる。

【0023】回転砥石の平面状の端面と円筒形の側面が有する砥粒層を立法晶窒化硼素又はダイヤモンド砥粒で構成することにより、超砥粒の持つ硬さにより回転砥石の寿命を長くすることができる。また、超砥粒は少ない体積で研削寿命が長いので、砥粒層は薄くできる。

【0024】砥石送り装置をバックラッシュのないボールねじと位置制御可能な電動モータとを含む構成とすることにより、研削時に回転砥石の台金のみが撓み、台金の弾性体機能が有効に働き、ロール振動を吸収することができる。また、電動モータの回転角度を制御し、ボールねじを回転させることにより回転砥石を正確に位置決めでき、回転砥石を位置制御して圧延ロールのコーナーの曲面R寸法や側面を研削できる。

【0025】型钢圧延機用、特にH型钢用の水平ロールの円筒面と側面を連続的に研削するためには、カップ型の回転砥石の砥粒層が圧延ロールの目的とする外形形状になるよう位置制御されながら移動することが好ましい。回転砥石を位置制御するには研削を開始する基準位置を正確に求める必要がある。ロードセルにて圧延ロールへの回転砥石の押付け力や、回転砥石の側面が圧延ロールの側面と接した時に発生する研削振動を検出することにより、圧延ロールの円筒面や側面の位置を認識し、回転砥石を圧延ロールの外径形状になるよう位置制御で移動することができる。ロードセルを用いる代わりに、回転砥石が圧延ロールに接し砥石回転用の駆動モータの負荷が変化した位置を圧延ロールの外周と認識してもよい。

【0026】負荷検出手段の信号に基づき回転砥石と圧延ロールが接触した瞬間を認識して圧延ロールの円筒面及び側面の基準点を求め、この基準点に予め設定したイニシャルロールプロファイルデータを噛み合わせることで、研削すべき圧延ロールのプロファイルを求め、回転砥石の位置制御での移動軌跡を決めることができる。

【0027】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。図1において、本発明に係わる圧延機はH型圧延材

Sを延伸する上下一対の水平ロール1を有する2段圧延機である。各水平ロール1は、図2に示すように、H型圧延材のH型の溝に入るよう円筒面1aと円筒面1aに直交する左右の側面1bと円筒面1a及び側面1b間のコーナーのR部1cとを有する大径で幅狭のロール形状になっている。この圧延ロール1は両端を軸受箱3により保持され、これら軸受箱3はスタンド4に組み込まれている。

【0028】このような圧延機に本実施例のオンライン圧延ロール研削装置が設けられている。この本実施例のオンライン圧延ロール研削装置は、図1に示すように、上水平ロール1及び下水平ロール1それぞれにロール研削ユニット5を備え、ロール研削ユニット5は図3に示すように1本の水平ロール1に対して1個設けられている。

【0029】また、ロール研削ユニット5は、各々、水平ロール1を研削するカップ型の回転砥石20、この回転砥石20を砥石回転軸21を介して回転させる砥石駆動装置22、水平ロール1の軸直角方向に回転砥石20を移動させる砥石送り装置23、回転砥石20を水平ロール1の軸方向に移動させる砥石移動装置24とを備えている。

【0030】回転砥石20は、図4に示すように、回転砥石20の軸心に直交する平面状で環状の端面52aと前記軸心を取り囲む円筒形の側面52bを有するカップ型の台金52と、この台金52の端面52aに取り付けた環状の砥粒層51aと側面52b側に取り付けた円筒形の砥粒層51bからなる砥粒層51を有している。回転砥石20は砥石回転軸21の先端に取り付けられ、砥石駆動装置22からの回転力で駆動されるようになっている。また、砥石回転軸21は、回転砥石20の端面52aの砥粒層51aの端面片側のみを水平ロール1の円筒面1aに接触させるため、水平ロール1の軸直線に対し微小角、傾いて設置されている。砥粒層51a、51bは立法晶窒化硼素(CBN)又はダイヤモンド砥粒をレジンボンドで固めて作られている。台金52は軽量でかつ放熱性を良くするためアルミ材又はアルミ合金で作られている。

【0031】砥石駆動装置22は、図4に示すように、回転砥石20を所定の砥石周速になるよう回転駆動する液体モータ54(電動モータでもよい)と、液体モータ54の出力軸54aの回転を砥石回転軸21に伝えるプーリシャフト54b及びベルト55とを有し、出力軸54aとプーリシャフト54bとは平行スプライン54cを介して連結されている。プーリシャフト54bはボデー59に回転自在に支持されている。液圧モータ54は油圧回路70から供給される圧油により駆動される。砥石回転軸21はスライド型のラジアル軸受21a、21bを介してボデー59内に回転自在にかつ軸方向に移動可能に支持されている。砥石回転軸21の反回転砥石側

には回転砥石20と作業ロール1a間の接触力を測定するロードセル53がボデー59に収納されている。

【0032】ボデー59はケース25に収納されており、液圧モータ54はケース25に取り付けられている。また、ボデー59は、図4に示すように、ケース25の底部にスライドベアリング25aを介して砥石回転軸21の軸方向に移動可能に搭載されている。

【0033】砥石送り装置23は、図4に示すように、ケース25に取り付けられた位置制御可能な電動モータ(以下、送りモータという)57と、送りモータ57の回転でボデー59を作業ロール1aの接離方向に移動させ、回転砥石20、砥石回転軸21及びロードセル53と一緒に前後送りするバックラッシュレスタイプの予圧式ボールねじ56と、送りモータ57の回転角度を検出するエンコーダ57aとを有している。予圧式ボールねじ56の代わりにバックラッシュレスタイプの歯車機構を用いてもよい。

【0034】砥石移動装置24は、図5に示すように、ケース25に取り付けられた電動モータ(以下、トラバースモータという)58と、トラバースモータ58の回転軸に装着され、ラック14とバックラッシュの少ない噛み合いを行うピニオン58bと、ケース25の上面に取り付けられ、1対のガイドレール7a、7bと係合する2対のガイドローラ26と、トラバースモータ58の回転数を検出するエンコーダ58aとを有している。ガイドレール7a、7bは、図1及び図3に示すように、水平ロール1の入側に水平ロール1の軸心に沿って差し渡されたレールフレーム7に取り付けられている。ラック14はガイドレール7bの反水平ロール側の側面に形成されている。このように研削ユニット5は、ガイドローラ26及びガイドレール7a、7bを介してレールフレーム7に支えられながら、トラバースモータ58の回転とピニオン58aとラック14の噛み合いによりスムーズにロール軸心方向に移動可能としてある。ピニオン58bとラック14のバックラッシュをより少なくするため図示しないが、バックラッシュ除去装置を設けてもよい。

【0035】ロール研削ユニット5は、水平ロール1の交換時に軸受箱3と干渉しないようにする必要がある。このため、レールフレーム7の両端はスタンド4に取付けられたガイド9に摺動可能に支持され、研削ユニット5はレールフレーム7の両端近傍にそれぞれ設けられた操作側及び駆動側のレール移動装置30によりレールフレーム7と一緒に水平ロール1の接離方向に移動できるようになっている。

【0036】ロードセル53、砥石送り装置23のエンコーダ57a及び砥石移動装置24のエンコーダ58aの検出信号は情報処理装置13bに送られ演算を行い、制御装置13aにより砥石送り装置22の送りモータ57、砥石移動装置24のトラバースモータ58のモータ

類や油圧回路 70 の制御弁を駆動する。

【0037】また、本実施例において、カップ型の台金 52 は水平ロール 1 の回転による振動や、砥石自体の振れによる振動で研削面に「びびり」が発生しないよう、回転砥石 20 の砥粒層 51 a, 51 b を支えている台金 52 の平面状の端面 52 a と円筒形の側面 52 b の両方に弾性体機能を持たせている。

【0038】ここで、平面型（ディスク型）に比較し、カップ型の回転砥石 20 は台金 52 の肉厚が同じ厚さの場合断面 2 次モーメント（剛性）が大きくなる。このような回転砥石 20 で容易に撓みを大きく取り、水平ロール 1 の振動を吸収しやすくするためには、台金 52 及び砥粒層 51 a, 51 b の肉厚を可能な限り薄くすることが好ましい。しかし、台金 52 や砥粒層 51 a, 51 b を薄くするには強度上限界がある。これを解決するために、本実施例では図 7 及び図 8 に示すように、台金 52 の端面 52 a 及び側面 52 b の両方と砥粒層 51 の平面部 51 a 及び側面部 51 b の両方に、回転砥石 20 の外周より中心に向かい放射状の複数のスリット G を形成し、これにより断面 2 次モーメント（剛性）を小さくして回転砥石 20 をより撓みやすくしている。

【0039】次に、以上のように構成した本実施例の構造的特徴に基づく作用を説明する。

【0040】板圧延機用の圧延ロールを研削する場合は、回転砥石 20 の台金を平面型（ディスク型）とし、その平面側のみ砥粒層を取り付けて研削することにより、圧延材と接する部分全部を研削することができる。しかし型鋼圧延機では、図 6 に示すように、水平ロール 1 の円筒面 1 a は板圧延機と同じ方法で研削できるが、H 型鋼のフランジと呼ばれる部分と接するロール側面 1 b は同じ方法では研削できない。そのため、上記のように回転砥石 20 の台金 52 を平面型（ディスク型）からカップ型にし、台金 52 の平面状の端面 52 a 側と円筒形の側面 52 b 側の 2 か所に砥粒層 51 a, 51 b を有する構造とする。台金 52 の端面 52 a 側に取り付けた砥粒層 51 a は回転しながら水平ロール 1 の円筒面 1 a を研削し、側面 52 a 側に取り付けた砥粒層 51 b は回転しながら水平ロール 1 の側面 1 b を研削する。このようにカップ型の回転砥石 20 の端面側と側面側の両方に砥粒層 51 a, 51 b を持つことにより、1 個の回転砥石 20 で水平ロール 1 の円筒面 1 a と側面 1 b を研削できる。

【0041】また、水平ロール 1 は円筒面 1 a の左右に側面 1 b が 2 つがあるが、この 2 つの側面 1 b を 1 個の回転砥石 20 で研削するために図 3 に想像線で示すように回転砥石 20 を移動させ、水平ロール 1 の右側の側面 1 b は回転砥石 20 の左側の砥粒層 51 b で研削し、左側の側面 1 b は回転砥石 20 の右側の砥粒層 51 b で研削する。この研削方法により 1 本の水平ロール 1 に対し 1 個の回転砥石 20 を用いて研削できる。

【0042】カップ型の台金 52 は水平ロール 1 からの振動を吸収するため台金 52 の端面部 52 a と側面部 52 b の両方に弾性体機能を持たせ、砥粒層 51 と弾性体機能部材（台金 52）を一体化している。このため、水平ロール 1 からの振動で可動する質量は砥粒層 51 と台金 52 の一部のみとなり、可動部質量が非常に小さくなり、回転砥石 20 の固有振動数が高くなる。このため、振動する水平ロール 1 を共振によるビビリ現象も生じさせずに長時間正しく研削することができる。また、水平ロール 1 からの振動を吸収しながら回転砥石 20 を砥石駆動装置 22 の液圧モータ 54 で積極的に回転させて研削を行うので高い研削能力が得られる。

【0043】前述したように、平面型（ディスク型）に比較し、カップ型の回転砥石 20 は断面 2 次モーメントが大きく剛性が高くなり、撓みづらい。このため本実施例では、台金 52 の端面 52 a 及び側面 52 b の両方と砥粒層 51 の平面部 51 a 及び側面部 51 b の両方に、回転砥石 20 の外周より中心に向かい放射状の複数のスリット G を形成しており、これにより回転砥石 20 の強度や耐久性を犠牲にすることなく回転砥石 20 を撓みやすくしロール振動を吸収する構造を実現できる。

【0044】回転砥石 20 は図 9～図 11 に示すようにカップ型を逆にしたような形にしても上記で述べたのと同じ効果がある。すなわち、図 9～図 11 において、回転砥石 20 A は逆カップ型の台金 52 A を有し、逆カップ型の平面状の端面 52 A a の外周部分に平面状で環状の砥粒層 51 A a を取り付け、円筒形の側面 52 A b の反端面 52 A a 側の端部に円筒形の砥粒層 51 A b を取り付けた構造とする。この場合、普通のカップ型回転砥石 20 より、端面 52 A a 側の砥粒層 51 A a の幅を広くできる利点がある。

【0045】台金 52 の弾性体機能を発揮しやすくするため水平ロール 1 の軸直角方向に対し砥石回転軸 21 を少し傾けることにより、水平ロール 1 と回転砥石 20 の端面側砥粒層 51 a との接触線は砥石中央から一方側のみに形成される。このようにすれば、回転砥石 20 の台金 52 は水平ロールへの押し付け力で片持ち梁の形で撓み、台金の弾性体機能がより有効に発揮されロール振動をより吸収しやすくなる。

【0046】カップ型をした回転砥石 20 の端面 52 a 及び側面 52 b に取り付け付けた砥粒層 51 a, 51 b は薄くかつ長寿命でなければならない。しかし、従来の酸化アルミナ系や炭化珪素系の砥粒では容易に摩耗してしまい、頻繁に砥石交換をしなければならない。この砥粒層 51 a, 51 b に超砥粒である立法晶窒化硼素（CBN）又はダイヤモンド砥粒を用いることにより、砥粒層 51 a, 51 b の質量を少なくして、長寿命の砥石にすることができる。

【0047】特に、水平ロール 1 は外周の円筒面 1 a と側面 1 b とのコーナー部は曲面 1 c になっていて、この

曲面1cのR寸法が圧延が進むと変化する。オンラインでこの曲面1cのR寸法を研削により修正するニーズがある。R寸法の修正研削は回転砥石20の端面52a側砥粒層51aの最外周部の砥粒で研削するようになる。この研削は少ない砥粒で研削するようになるため、特に摩耗しづらい超砥粒でなければならない。立法晶窒化硼素(CBN)又はダイヤモンド砥粒はこの条件を満足し、少ない摩耗で曲面1cのR寸法を修正研削することができる。

【0048】回転砥石20を駆動する砥石回転軸21の反砥石側にロードセル53を備え、このロードセル53を用いて、水平ロール1の外周円筒面1aを研削するときはロール1と回転砥石20間の接触力を検出し、水平ロール1の円筒面1bの位置を認識できる。また、水平ロール1の側面1bを研削するときは、ロードセル53でロール1と回転砥石20が接したときに発生する研削振動を検知して、水平ロール1の側面1bの位置を認識する。このようにロードセル53を用いて水平ロール1の円筒面1aの一と側面1bの位置を認識し、回転砥石20を水平ロール1の外径形状になるよう位置制御で移動することにより水平ロール1の側面1b、曲面1c及び円筒面1aを連続的に研削することができる。

【0049】水平ロール1を研削するためには、回転砥石20を水平ロール1の軸直角方向に前後動させなければならない。この移動のためには砥石送り装置23を配置してある。この砥石送り装置23は砥石回転軸21の軸方向の剛性を高めるため、バックラッシュレスタイプの予圧式ボールねじ56の回転により移動するようになっている。この移動機構にシリンダーやバネ等の剛性の少ないものを用いると、回転砥石20の弾性体機能が有効に働かず、ロール振動で回転砥石20と砥石回転軸21全体が振動し、慣性質量が大きくなる。慣性質量が大きくなると、ロールと回転砥石20間の接触圧変動が大きくなり、砥粒層51の摩耗が早くなる。砥石送り装置23にバックラッシュのないボールねじ56を用いることにより、回転砥石20の台金52のみが撓み、台金52の弾性体機能が有効に働き、ロール振動を吸収することができる。また、水平ロール1のコーナー曲面1cのR寸法や側面1bを研削するには、回転砥石20と水平ロール1の接触圧力制御では制御不可能なので、回転砥石20の位置制御が必要となる。回転砥石20の位置制御を行うために、砥石送り装置23のエンコーダ57aによって送りモータ57の回転角度を制御し、ボールねじ56を回転させることにより回転砥石20を正確に位置決めできる。

【0050】次に、本実施例の研削動作の一例を説明する。

【0051】板圧延機用の圧延ロールでは研削する部分は円筒部分のみであるから、回転砥石20と圧延ロールとの接触圧力を制御して研削できる。しかし、型钢圧延

機特にH型钢の水平ロール1は、上記でも述べたように円筒面1aと曲面1cと側面1bの異なる3種類の外形線により構成されている。この外形線を常に目的のプロファイルに維持するためには、回転砥石20の砥粒層51を位置制御しながら移動し研削をすることが必要である。しかし、水平ロール1はスタンド4と軸受3の隙間により常に同じ位置に保持されているわけではないから、研削する前に水平ロール1の位置を計測し、回転砥石20の研削すべき移動軌跡を決めなければならない。

【0052】水平ロール1の位置を求めるためには、水平ロール1の円筒面1aの位置と側面1bの少なくとも1か所の位置を基準点として測定する。水平ロール1の側面1bの位置を測定するためには、回転砥石20の砥粒層51bが水平ロール1に接触した点を、回転砥石20が水平ロール1を研削したときに発生する振動波形をロードセル53で感知して、図11(a)に示すロール側面1bの位置aと認識する。水平ロール1の円筒面1aも回転砥石20の砥粒層51aを接触させ、上記で述べたと同じようにロール円筒面1aの位置bを認識する。しかし、好ましくは回転砥石20と水平ロール1の円筒面1aの接触圧が常に一定になるように制御しながら研削し、水平ロール1の円筒面1aのプロファイルを認識するのが良い。水平ロール1の位置a、bは情報処理装置13bを用いてエンコーダ57a、58aの信号からX、Y方向の2次元的な値として認識する。これらの位置a、bや円筒面1aのプロファイルに情報処理装置13bにおいて、ロールショップで加工されたときの図11(b)に示すイニシャルロールプロファイルデータcを噛み合わせることにより、図12に示す現在の水平ロール1の基準ロールプロファイルdを求める。

【0053】このように基準ロールプロファイルdを求めた後、基準ロールプロファイルdに従って回転砥石20の砥粒層51の外周端が移動するよう砥石送り装置23と砥石移動装置24のモータ57、58を駆動し、回転砥石20を位置制御で移動しながら圧延ロール1を研削する。

【0054】図13に基準ロールプロファイルdを求める時の情報処理装置13bの処理手順を示す。

【0055】まず、砥石送り装置23の送りモータ57及び砥石移動装置24のトラバースモータ58を駆動し、回転砥石20をロール側面1bの近くへ移動させる(手順100)。次いで、砥石駆動装置22の液圧モータ54を駆動して回転砥石20を回転させながら砥石移動装置24のトラバースモータ58を更に駆動して回転砥石20をロール側面1bに向けて移動させ、回転砥石20をロール側面1bに接触させる(手順101)。回転砥石20がロール側面1bに接触すると研削振動が発生し、この研削振動がロードセル53で感知され、ロードセル53の検出信号が情報処理装置13bに送られる。

【0056】情報処理装置13bでは、ロードセル53の信号波形から研削振動が発生したかどうかを判断し

(手順102)、研削振動が発生したと判断されるとそのときの砥石送り装置23のエンコーダ57aと砥石移動装置24のエンコーダ58aからの信号でロール側面1bの位置aを認識する(手順103)。信号波形から研削振動が発生したかどうかを判断するには信号波形が所定レベルを越えたかどうかを見れば良い。次いで、砥石送り装置23の送りモータ57及び砥石移動装置24のトラバースモータ58を再び駆動し、回転砥石20をロール側面1bから離し、ロール円筒面1aの近くに移動させる(手順104)。次いで、砥石駆動装置22の液圧モータ54を駆動して回転砥石20を回転させながら砥石送り装置23の送りモータ57を更に駆動して回転砥石20をロール円筒面1aに向けて移動させ、回転砥石20をロール円筒面1aに接触させる(手順105)。回転砥石20がロール円筒面1bに接触した場合も研削振動が発生し、この研削振動がロードセル53で感知され、ロードセル53の検出信号が情報処理装置13bに送られる。

【0057】情報処理装置13bでは、ロードセル53の信号波形から研削振動が発生したかどうかを判断し

(手順106)、研削振動が発生したと判断されるとそのときの砥石送り装置23のエンコーダ57aと砥石移動装置24のエンコーダ58aからの信号でロール円筒面1aの位置bを認識する(手順107)。

【0058】このようにしてロール側面1bとロール円筒面1aの基準点として位置a、bを求めた後、これら2点の位置a、bにロールショップで予め測定されたインシャルロールプロファイルデータcを加味し、基準ロールプロファイルdを求める(手順108)。

【0059】図14に基準ロールプロファイルdにしたがって回転砥石20を移動させる時の情報処理装置13bの処理手順を示す。

【0060】まず、砥石送り装置23で回転砥石20をp-1近傍へ移動させ(手順200)、次に砥石移動装置24でp-1の位置まで移動後(手順201)、前記で述べた基準ロールプロファイルd上を砥石送り装置23と砥石移動装置24のモータ57、58及びエンコーダ57a、58a、制御装置13aを用いて、図12に示すようにp-1、p-2、p-3、p-4、p-5とX、Y方向へ2次元的に移動させる(手順202)。p-5までの移動が完了すると、回転砥石20を初期位置に戻す(手順203)。なお、実際の制御では、目標位置P-1からP-2、P-2からP-3、P-3からP-4、P-4からP-5の間を更に細分し、連続的に変化する座標値を用いて位置制御がなされる。

【0061】以上により回転砥石20は砥石駆動用モータ54により回転しながら計算されたロールプロファイル上を移動し、水平ロール1の円筒面1a、コーナー曲

面1c、側面1bの3面を連続的に研削可能となる。また、表面上に、焼き付き等で凸部があれば、除去が必要な部分となり研削される。

【0062】以上のように本実施例によれば、回転砥石20の端面52a側と側面52b側の両方に砥粒層51a、51bを設けたので、1つの回転砥石20で水平ロール1の円筒面1a、コーナー曲面1c、及び側面1bを研削できる。このようにオンラインで水平ロール1の外周を研削することによりロール側面1bやR部に付着する焼き付きを除去し、更に摩耗によるロール形状の乱れを研削により常に一定のプロファイルに維持できる。

【0063】また、回転砥石20を積極的に回転させかつ回転砥石20の台金52に弾性体機能を持たせたので、水平ロール1からの振動を吸収しながら長時間正確にかつ高い研削能力でロール表面を研削できる。

【0064】以上の結果、ロール組替えのサイクルが大幅に延長され、圧延設備全体の生産性の向上や、ロールへの焼き付きの除去により圧延材の品質も向上する。

今、ロール組替えは人手により行われる場合が多いので、このオンラインロール研削装置が設けられることにより、省人化も同時に図れる。

【0065】本発明の他の実施例を図15及び図16により説明する。上記実施例では、水平ロール1の外周を認識するために、回転砥石20が水平ロール1を研削したときに発生する振動波形をロードセル53で感知する方法を述べたが、ロードセル53を用いず、図15のように研削ユニット5内の砥石駆動装置22のモータとして電動モータ54Aを用い、回転砥石20がロールと接触した瞬間に電動モータ54Aの負荷が変動するのを感知する。この砥石駆動電動モータ54Aの負荷が変動したときの回転砥石20の位置をロール側面1bと円筒面1aの位置a、bと認識する。また、これらの位置a、bをロール側面1b及び円筒面1aの基準点として前記で述べた方法と同様な方法で水平ロール1の基準ロールプロファイルdを求め、回転砥石20が基準ロールプロファイルにしたがって移動するように位置制御し、研削移動軌跡を制御する。

【0066】また、本実施例では、位置制御での研削中に、水平ロール1の表面に焼き付き等の異常があり、回転砥石20を駆動する砥石駆動電動モータ54Aの負荷が許容負荷を超えた場合は、電動モータ54Aの負荷が少なくなる方向に砥石送り装置23又は砥石移動装置24を用いて電動モータ54Aの負荷が許容負荷の範囲内となる位置まで緊急に回転砥石20を移動させる。

【0067】図16に回転砥石20の緊急退避制御を行う時の情報処理装置13bの処理手順を示す。図中、202Aは図14のフローチャートの手順202に対応する手順である。

【0068】図14の手順201で回転砥石20をp-1の位置まで移動後、目標位置番号nをn=2とし(手

順300)、P-n点を目標位置として砥石送り装置23と砥石移動装置24のモータ57、58により回転砥石20を移動させる(手順301)。次いで、砥石駆動電動モータ54Aの負荷が許容負荷を越えたかどうかを判断する(手順302)。この判断は制御装置13aにおける電動モータ54Aの駆動電流を検出し、この駆動電流が所定値を越えたかどうかを見ることで行う。電動モータ54Aの負荷が許容負荷内であると判断されると回転砥石20がP-n点に達するまで当該処理を行い

(手順303)、回転砥石20がP-n点に達すると、回転砥石20が最後の目標位置P-mに到達したかどうかを判断し(手順304)、到達していなければ目標位置番号nを更新し、上記の手順301~305を繰り返す、到達していれば図14の手順203に進み、回転砥石20を初期位置に戻す。

【0069】また、手順302において、電動モータ54Aの負荷が許容負荷を越えたと判断されると、回転砥石20が水平ロール1から微量量離れるよう砥石送り装置23の送りモータ57又は砥石移動装置24のトラバースモータ58に信号を送り(手順306)、ある時間研削を続けながらその位置を保持し(手順307)、再度正規の研削目標位置へ回転砥石20を移動するよう砥石送り装置23の送りモータ57又は砥石移動装置24のトラバースモータ58に信号を送る(手順308)。そして、手順302で再び、砥石駆動電動モータ54Aの負荷が許容負荷を越えているかどうかを判断し、越えていれば上記手順306~308を繰り返す、許容負荷内であれば手順303に進み、上記の処理を行う。

【0070】本実施例によっても砥石駆動装置のモータとして電動モータ54Aを使用したものにおいて、先の実施例と同様の効果が得られる。また、電動モータ54Aを使用したので、水平ロール1の表面に焼き付き等の異常があり、電動モータ54Aの負荷が許容負荷を超えた場合の緊急回避制御を容易かつ適確に実現できる。

【0071】なお、以上の実施例では1本の水平ロール1に対し1個の研削ユニット5を設けたが、1本の水平ロール1に対して2個の研削ユニットを設け、これらを独立に研削して水平ロール1の左右の側面1bを別々の回転砥石20で研削してもよい。また、砥石駆動装置のモータとして液圧モータ54を使用する場合でも、油圧回路70の供給圧力を検出することにより液圧モータ54の負荷を検出することができ、上記緊急回避制御を実現することができる。

【0072】また、上記実施例では水平ロール1の基準ロールプロファイルdを求め、水平ロール1のプロファイル全周を回転砥石20の位置制御で移動研削したが、水平ロール1の側面1bとコーナー曲面1cのみ位置制御で回転砥石20を移動して研削し、円筒面1aは板圧延機用のロールの円筒面の研削と同様、ロードセル53を用いてロール1と回転砥石20間の接触力が一定にな

るように制御しても良い。

【0073】更に、上記実施例はH型钢圧延機用の水平ロール1のオンラインロール研削について述べたが、縦型ロールやその他型钢圧延機用のロールについても本発明の趣旨に逸脱しない範囲で適用可能である。

【0074】

【発明の効果】本発明によれば、型钢圧延機、特にH型钢圧延機用の水平ロールの研削において、回転砥石の端面側と側面側の両方に砥粒層を設けたので、1つの回転砥石で水平ロールの円筒面、R曲面部、及び側面を研削でき、オンラインで水平ロール1の外周を研削することによりロール側面やR部に付着する焼き付きを除去し、更に摩耗によるロール形状の乱れを研削により常に一定のプロファイルに維持できる。

【0075】また、回転砥石を積極的に回転させかつ回転砥石の台金に弾性体機能を持たせたので、水平ロールからの振動を吸収しながら長時間正確にかつ高い研削能力でロール表面を研削できる。

【0076】以上の結果、ロール組替えのサイクルが大幅に延長され、圧延設備全体の生産性の向上や、ロールへの焼き付きの除去により圧延材の品質も向上する。今、ロール組替えは人手により行われる場合が多いので、このオンラインロール研削装置が設けられることにより、省人化も同時に図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による型钢圧延機にオンライン研削装置を備えた圧延機の要部の部分断面図である。

【図2】型钢圧延機の水平ロールとH型钢の関係を示す図である。

【図3】図1のI-I-I-I-I方向から見た圧延機の平面図である。

【図4】研削ユニットの横断面図である。

【図5】研削ユニットの縦断面図である。

【図6】水平ロールの円筒面と側面でカップ型砥石の異なる砥粒層部分が研削を行うこと説明する図である。

【図7】スリットを持つカップ型回転砥石の正面図である。

【図8】図7のV-I-I-I-V-I-I-I線断面図である。

【図9】スリットを持つ逆カップ型の回転砥石の正面図である。

【図10】図9に示す逆カップ型の回転砥石の側面図である。

【図11】図9のX-I-X-Iの断面図である。

【図12】水平ロールの側面と円筒面の基準点と水平ロールのイニシャルロールプロファイルから基準ロールプロファイルを求める説明図である。

【図13】図12で求めた基準ロールプロファイル上を回転砥石が移動し研削する様子を示す説明図である。

【図14】情報処理装置による基準ロールプロファイルを求める処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図15】情報処理装置による基準ロールプロファイル上を回転砥石を移動させる処理手順を示すフローチャートである。

【図16】本発明の他の実施例による研削ユニットの横断面図である。

【図17】情報処理装置による回転砥石を緊急退避制御する処理手順を示すフローチャートである。

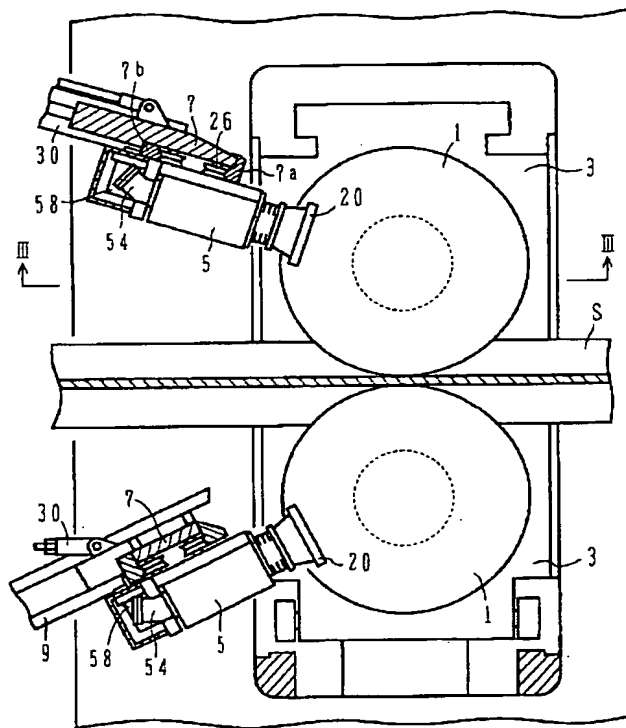
【符号の説明】

- 1：水平ロール（圧延ロール）
- 3：軸受箱
- 4：スタンド
- 5：研削ユニット
- 7：レールフレーム
- 13a：制御装置
- 13b：情報処理装置
- 20：回転砥石

- 21：回転砥石軸
- 22：砥石駆動装置
- 23：砥石送り装置
- 24：砥石移動装置
- 51：砥粒層
- 51a：平面側砥粒層
- 51b：側面側砥粒層
- 52：カップ型の台金
- 53：ロードセル
- 54：砥石駆動液体モータ
- 54A：砥石駆動電動モータ
- 57：送りモータ
- 57a：エンコーダ
- 58：トラバースモータ
- 58a：エンコーダ

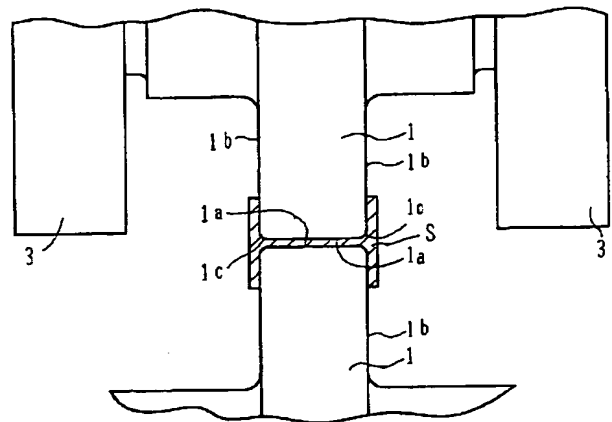
10

【図1】



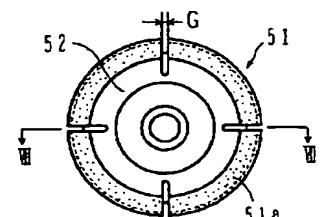
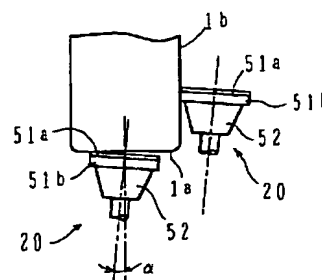
- 1：水平ロール（圧延ロール）
- 3：軸受箱
- 4：スタンド
- 5：研削ユニット
- 7：レールフレーム
- 20：回転砥石
- 54：砥石駆動液体モータ
- 58：トラバースモータ

【図2】

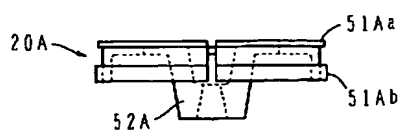


【図6】

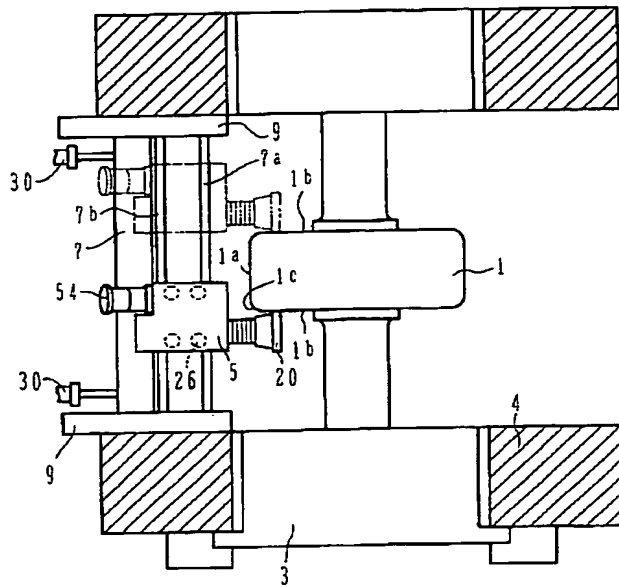
【図7】



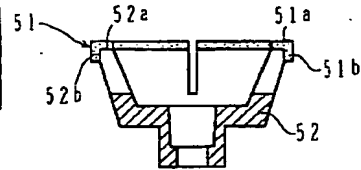
【図10】



【図3】

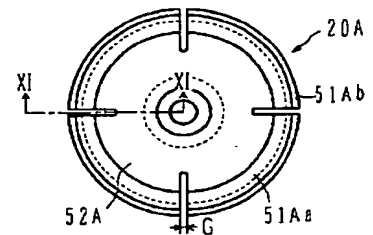


【図8】

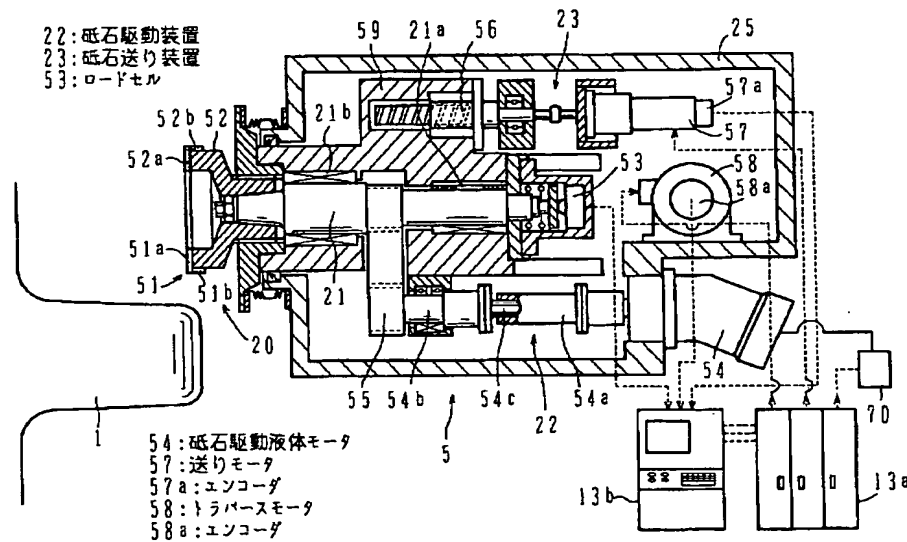


51: 砥粒層
 51a: 平面側砥粒層
 51b: 側面側砥粒層
 52: カップ型の台金

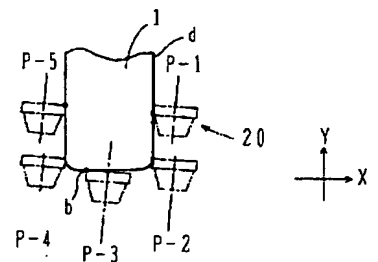
【図9】



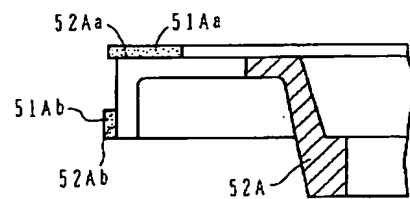
【図4】



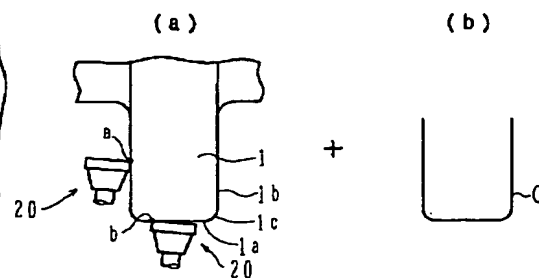
【図13】



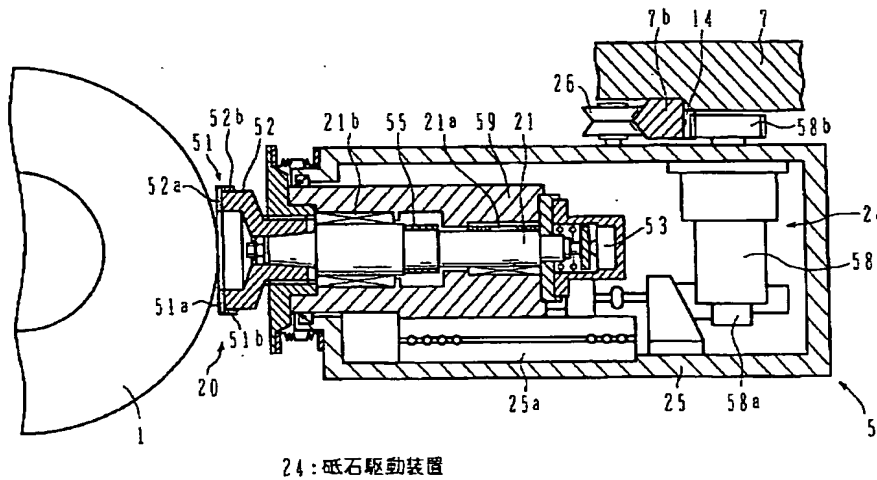
【図11】



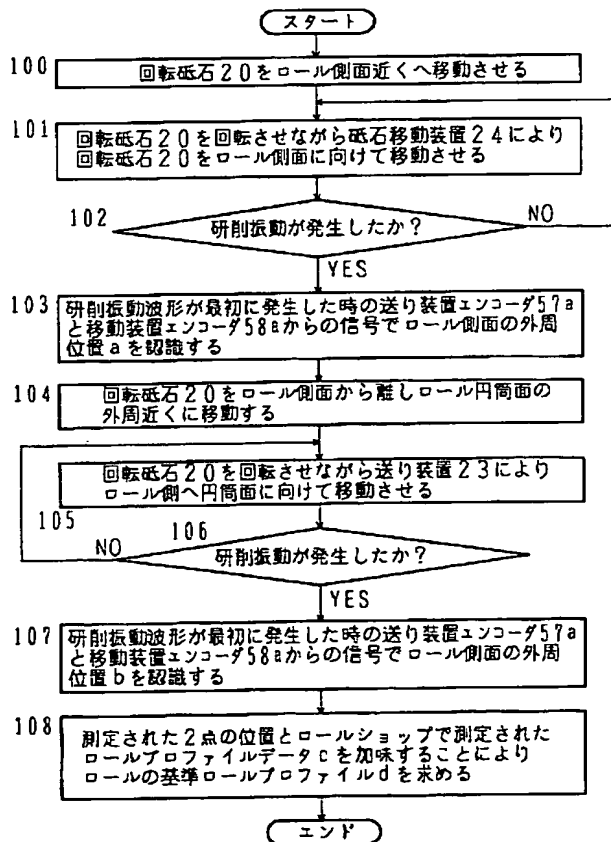
【図12】



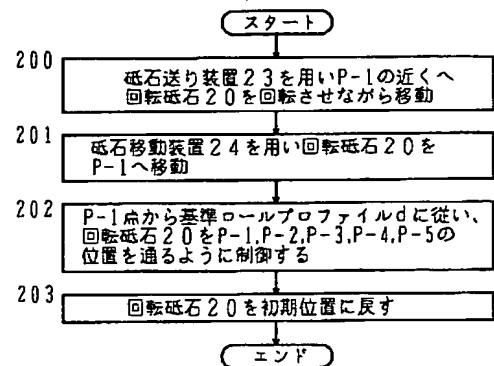
【図 5】



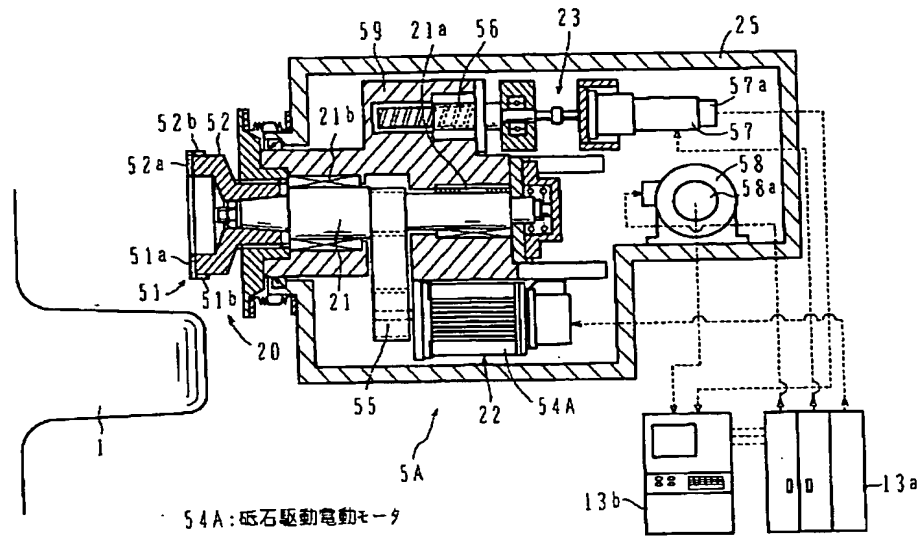
【図 14】



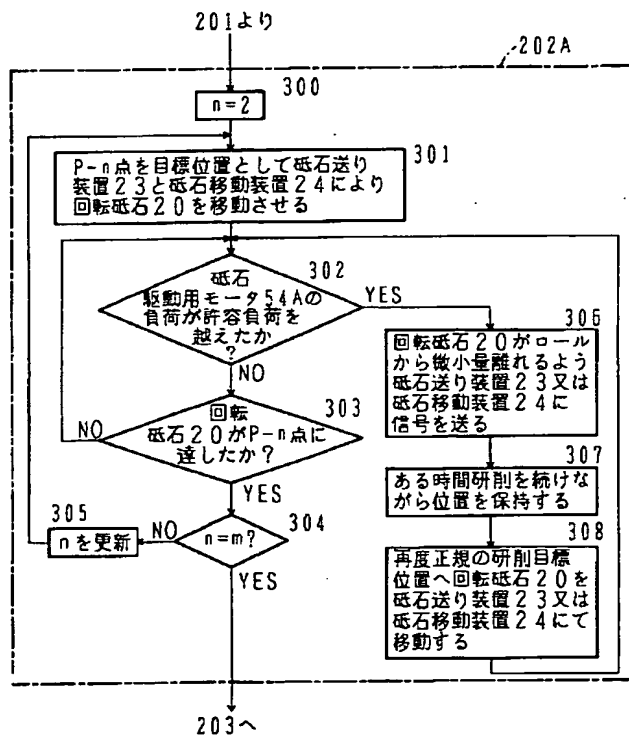
【図 15】



【図 16】



【図 17】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.